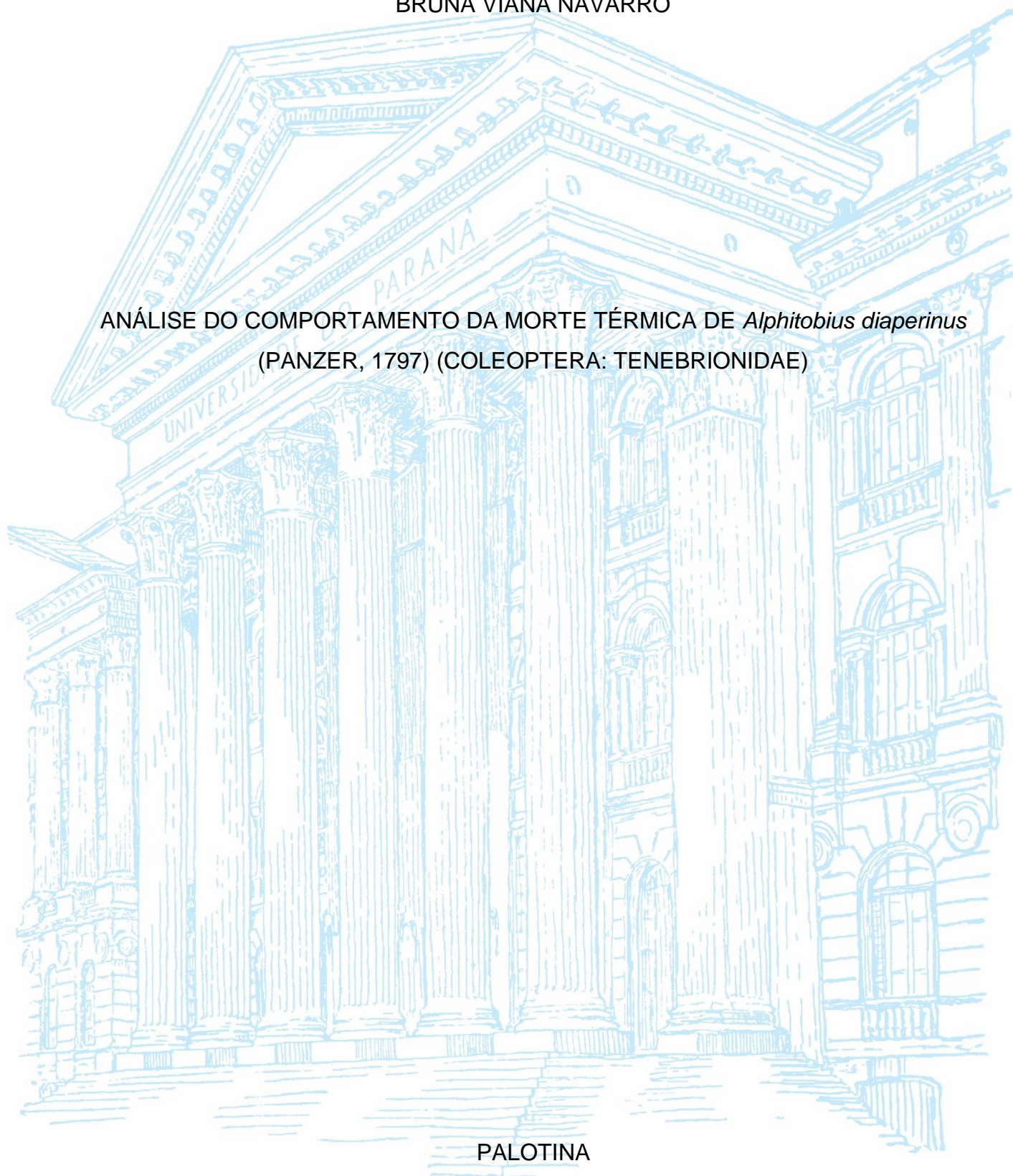


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA VIANA NAVARRO

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA MORTE TÉRMICA DE *Alphitobius diaperinus*
(PANZER, 1797) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)



PALOTINA

2019

BRUNA VIANA NAVARRO

Análise do comportamento da morte térmica de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas no curso de graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina.

Orientador: Prof.^o Dr. Edilson Caron

PALOTINA

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me ajudar neste caminho até aqui.

Ao meu orientador por todo apoio, oportunidade, paciência e principalmente por todo conhecimento me passado nestes quase 4 anos como meu orientador.

Aos meus pais e meu irmão que sempre me apoiaram e acreditaram no meu potencial e que me ajudaram as férias todas a cuidar dos insetos que eu tive que monitorar em casa.

Aos amigos da vida e os que eu fiz na faculdade e todos os que eu ganhei neste caminho que sempre estiveram presentes para me dar apoio.

A todos os amigos que fiz no Lapcol, em especial a Tauana Paola Christ que além de ser uma grande amiga sempre me ajudou durante todo o desenvolvimento deste projeto sem ter obrigação nenhuma com o mesmo.

As técnicas Andréia e Thamís por fazerem parte da minha jornada acadêmica, pelos ensinamentos, companhia e principalmente amizade.

A todos os professores que tive ao longo do curso e que foram importantes para minha vida acadêmica e formação profissional.

Aos membros que compõe a banca examinadora deste trabalho, Prof^o. Edilson Caron, Prof^o. Milton Rönna, doutoranda Emanuelle I. B. Parisotto e Prof^a Lucíola Thais Baldan por aceitarem o convite para analisar este trabalho.

E a todos que de alguma forma me ajudaram nesta caminhada, meu muito obrigada.

RESUMO

Com mais de 350.000 espécies já descritas, Coleoptera corresponde a ordem mais rica. Alguns podem ser considerados pragas, os quais danificam plantações e produções animais. O Brasil como grande produtor e exportador agropecuário, sofre efeito de insetos pragas. Na proposta de evitar o uso massivo de inseticidas, sempre se busca metodologias alternativas que não afetem o ambiente e os demais seres vivos. Um dos métodos alternativos é o uso da temperatura, tanto o resfriamento quanto o aquecimento podem combater a proliferação de insetos-pragas. Conhecido como cascudinho de aviário, *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797), é associado a criação de frangos, no qual diminui a produção ao causar injúrias no trato digestivo das aves devido a ingestão do inseto, e é vetor de patógeno. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a morte térmica de *Alphitobius diaperinus*, utilizando ar quente, a fim de iniciar uma proposta alternativa livre de resíduos químicos para desinfestação em aviários. Como metodologia usamos ar quente para o tratamento de morte de jovens e adultos do besouro, quando expostos a temperatura de 55 °C em estufa com circulação de ar. As análises foram desenvolvidas de duas maneiras, a primeira em gráfico da média e desvio padrão de cada triplicata, analisando 48 e 120 horas pós tratamento e a segunda a média geral e desvio padrão geral das triplicatas em conjunto, em 24, 48 e 120 horas. Como resultado principal deste projeto foi possível concluir que a espécie estudada é suscetível ao tratamento de 55°C, na qual atinge a morte total a partir de oito minutos, sendo que para as larvas o tempo diminui, sendo necessário sete minutos para a morte de cerca de 95%. A partir disto foi possível observar que em nove minutos ocorre a morte de 100% dos indivíduos tanto jovens e adultos, tornando assim um primeiro passo para uma possível metodologia de controle desta praga.

Palavras-chaves: Inseto-praga. Controle. Temperatura.

LISTA FIGURAS

Figura 1. Matriz (a – insetos para criação em laboratório; b – alocação dos indivíduos em laboratório; c – alocação dos indivíduos em laboratório; d – Manutenção dos exemplares).....	15
Figura 2. Estudo experimental (a – adulto de <i>Alphitobius diaperinus</i> ; b – pós tratamento de adultos de <i>A. diaperinus</i> ; c – larvas de <i>A. diaperinus</i> ; d – pós tratamento de larvas de <i>A. diaperinus</i>).....	17
Figura 3. Dados de média e desvio padrão das triplicatas de morte térmica de adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i> por ar quente na temperatura de 55 °C no 2º dia após tratamento (primeira réplica - ■, segunda réplica - ♦, terceira réplica - ▲, réplica extra - ●).....	19
Figura 4. Dados de média e desvio padrão das triplicatas de morte térmica de adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i> por ar quente na temperatura de 55 °C no 5º dia após tratamento (primeira réplica - ■, segunda réplica - ♦, terceira réplica - ▲, réplica extra - ●).....	19
Figura 5. Dados de média e desvio padrão das triplicatas de morte térmica de adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i> por ar quente na temperatura de 55 °C no 2º dia com a primeira réplica modificada (primeira réplica - ■, segunda réplica - ♦, terceira réplica - ▲, réplica extra - ●).....	20
Figura 6. Dados de média e desvio padrão geral de três dias de análise dos adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i> por ar quente na temperatura de 55 °C após tratamento (primeiro dia - ■, segundo dia - ●, terceiro dia - ▲).....	20
Figura 7. Dados de média e desvio padrão das triplicatas de morte térmica de larvas de <i>Alphitobius diaperinus</i> por ar quente na temperatura de 55 °C no 2º dia após tratamento (primeira réplica - ■, segunda réplica - ♦, terceira réplica - ▲).....	22
Figura 8. Dados de média e desvio padrão das triplicatas de morte térmica de larvas de <i>Alphitobius diaperinus</i> por ar quente na temperatura de 55 °C no 5º dia após tratamento (primeira réplica - ■, segunda réplica - ♦, terceira réplica - ▲).....	22
Figura 9. Dados de média e desvio padrão geral de três dias de análise das larvas de <i>Alphitobius diaperinus</i> por ar quente na temperatura de 55 °C (primeiro dia - ■, segundo dia - ●, terceiro dia - ▲).....	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.2 CONTEXTO E PROBLEMA	7
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 Objetivo geral	8
1.3.2 Objetivos específicos	8
1.4 JUSTIFICATIVA	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA	10
2.2 FISIOLOGIA, DESENVOLVIMENTO E COMPORTAMENTO DE <i>Alphitobius diaperinus</i>	11
2.3 MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA O CONTROLE DE <i>Alphitobius diaperinus</i>	12
2.4 SETOR AVÍCOLA E EXPORTAÇÃO	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 OBTENÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE DE <i>Alphitobius diaperinus</i>	14
3.2 MANUTENÇÃO DA ESPÉCIE <i>A. diaperinus</i> EM LABORATÓRIO	14
3.3 ESTUDO EXPERIMENTAL DA MORTE TÉRMICA <i>A. diaperinus</i>	15
3.3.1 Morte térmica dos adultos	15
3.3.2 Morte térmica das larvas	16
3.4 ANÁLISES DO ESTUDO EXPERIMENTAL DE MORTE DE <i>A. diaperinus</i>	17
4 RESULTADOS	18
4.1 COMPORTAMENTO DE INDIVÍDUOS ADULTOS DE <i>Alphitobius diaperinus</i> AO TRATAMENTO POR AR QUENTE	18
4.2 COMPORTAMENTO DE LARVAS DE <i>Alphitobius diaperinus</i> AO TRATAMENTO POR AR QUENTE	21
5 DISCUSSÃO	24
6 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIA	26

1 INTRODUÇÃO

1.2 CONTEXTO E PROBLEMA

Alphitobius diaperinus (Panzer, 1797), é uma espécie de inseto-praga, conhecido popularmente como cascudinho do aviário. Segundo Vaughan et al. (1984), seu primeiro registro é descrito para África Oriental e sua disseminação para o resto do mundo iniciou a partir do comércio mundial. Segundo a Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC), é considerado como inseto praga todo inseto que traz algum dano econômico.

A espécie *A. diaperinus* primordialmente era conhecida como um inseto que causava danos a grãos armazenados, o qual possui como fonte de alimentos resíduos de cereais, qualquer resíduo embolorado e rações umedecidas (FARONI E HIPÓLITO DE SOUSA, 2006). Devido a essas condições serem facilmente encontrada em aviários, essa praga tornou-se uma das mais importantes no setor avícola.

Este inseto danifica as instalações dos aviários, causa danos ao trato digestivo das aves e se alimentam de aves moribundas, reduzindo a produtividade avícola. Além disso, esta espécie pode ser vetor de patógenos como vírus, bactérias, protozoários e fungos, causando danos também a saúde humana também (MENDES E POVALUK, 2017).

O Brasil é um dos países com maior produção e exportação de frangos de corte no mundo, cerca de 3.847 toneladas no ano (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2017). Visto a importância do setor de avicultura no país, o controle de insetos-pragas na área é de extrema importância para manter a qualidade e produção do frango de corte.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi avaliar a morte térmica do inseto-praga *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797), utilizando ar quente, a fim de iniciar uma proposta alternativa livre de resíduos químicos para desinfestação em aviários.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar experimentalmente o tempo suficiente para a morte térmica do inseto no estágio adulto quando expostas ao ar quente circulante na temperatura de 55°C;
- Determinar experimentalmente o tempo de morte térmica do inseto no estágio de larva quando expostas ao ar quente circulante na temperatura de 55°C;

1.4 JUSTIFICATIVA

O combate à presença de *Alphitobius diaperinus* em aviário pode ser por via química, no entanto em alguns casos afetam a qualidade da produção, a saúde humana e o ambiente. Os químicos mais utilizados são piretroides e organofosforados, estes sendo extremamente tóxicos, tornando-se assim um empecilho para a exportação para países da União Europeia, por exemplo que não aceitam importar de países que utilizam de produtos tão tóxicos como estes químicos (CHERNAKI-LEFFER et al., 2006; JAPP et al., 2010).

Além disso, o controle químico de *A. diaperinus* é uma alternativa não tão eficiente, já que a cama de aviário pode conter uma alta quantidade de matéria orgânica, onde alguns indivíduos podem se manter enterrados, ou ainda, nas frestas, no solo e na parede dos aviários, podendo assim se proteger durante a aplicação (UEMURA et al., 2008; JAPP et al., 2010).

Visto isso, tem-se a importância da busca alternativa para o controle deste inseto-praga. Alguns exemplos são: uso de fungos entomopatogênicos, bactérias e terra de diatomácea. O controle da temperatura pode ser uma alternativa e já foi testada por alguns pesquisadores, como nos trabalhos: Controle de Gorgulho do milho submetido ao tratamento térmico (FERRARI FILHO et al., 2011), Avaliação da

resistência do cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) a diferentes temperaturas (GAZONI et al., 2012).

A proposta de controle da temperatura mostra-se eficiente visto que os insetos possuem uma temperatura ideal para o desenvolvimento, sendo entre 15 a 38 °C. Segundo Lorini et al. (2015) do mesmo modo que existe uma temperatura ideal para o desenvolvimento dos insetos, existe também uma que retarda seu desenvolvimento ou até mesmo leva esses indivíduos a morte. Para *A. diaperinus* a temperatura que possibilita um rápido desenvolvimento e uma maior taxa de sobrevivência é 38°C (RUEDA E AXTELL 1996), assim sendo, temperaturas acima ou abaixo de 38°C pode ser utilizada para o controle populacional dessa praga.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

A ordem Coleoptera, a qual a espécie alvo do presente trabalho pertence, representa a maior ordem dentro dos hexápodes, estima-se entre 350.000 a 375.000 espécies descritas (BRUSCA E BRUSCA, 2007).

Os coleópteros são conhecidos por possuir o primeiro par de asas esclerotinizados e denominado élitros. No geral, as espécies possuem uma alimentação variada, podendo ser herbívoros, carnívoros, detritívoros, micófagos e até ectoparasitas (LIMA et al., 2010).

Muitas espécies desta ordem podem causar prejuízos ao desenvolvimento de uma planta ou de um animal. Segundo a Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC), um inseto é considerado praga quando ele pode ocasionar algum dano econômico a uma plantação.

A família Tenebrionidae, a qual a espécie estudada pertence, possui várias espécies consideradas como insetos pragas, sendo a maioria considerada praga de grãos armazenados. Segundo a Embrapa Trigo (2016) as espécies da família são encontradas nas farinhas e grãos de cereais, onde possuem elevados índices de crescimento populacional.

A espécie *A. diaperinus* (Panzer, 1797) é uma espécie originária da África Oriental e se disseminou para o resto do mundo através do comércio mundial (Vaughan et al., 1984). Um inseto inicialmente conhecido como praga de grãos armazenados, que se adaptou as condições do ambiente avícola, visto a vasta quantidade de alimento, temperatura e umidade favorável (VAUGHAN et al., 1984; LESCHEN E STEELMAN, 1988).

Segundo Gazoni et al. (2012), *A. diaperinus* é encontrado em grande abundância nas instalações avícolas, onde tanto os adultos quanto as larvas causam grandes prejuízos à produção, e para as instalações avícolas. Levando em consideração os registros levantados, Bicho et al. (2005) afirmam que o primeiro registro da espécie em aviários foi nos Estados Unidos da América em meados da década de 1950. Atualmente este inseto praga já atingiu vários outros países, incluindo o Brasil.

2.2 FISIOLOGIA, DESENVOLVIMENTO E COMPORTAMENTO DE *Alphitobius diaperinus*

Os insetos são caracterizados por serem pecilotermos, ou seja, não possuem a capacidade de manter a temperatura corporal constante independente da temperatura do meio (GULLAN E CRANSTON, 2007). De acordo com Chapman (1998), os insetos tendem a regular sua temperatura com a do ambiente ou com a temperatura produzida por seus metabolismos. Devido a isso os insetos acabam sendo sujeitos às mudanças de temperatura que podem levar a morte ou retardamento da vida dos mesmos.

A temperatura ideal para o desenvolvimento dos insetos é considerada aquela que favorece o seu desenvolvimento em menor tempo. Segundo Rodrigues (2004), em um contexto geral a temperatura ideal para o desenvolvimento dos insetos seria aproximadamente de 25°C tendo como limiar máximo 38 °C e limiar mínimo 15°C. Quando o inseto ultrapassa essas temperaturas, tanto para menor quanto para maior eles tendem a entrar em um estado de dormência e até mesmo morte.

Pode-se se dizer que quando os insetos ultrapassam seu limite de temperatura eles entram em uma fase de estupor de calor, onde se parecem com mortos, mas não estão. Os insetos acima do seu limiar ideal tendem a ter um aumento acentuado nas suas atividades e em temperaturas muito altas acabam por entrar na fase de estupor de calor e posteriormente morte dependendo da espécie, visto que para cada espécie a resistência é diferente (CHAPMAN, 1998). No entanto outros fatores devem ser considerados como a umidade relativa do ambiente em relação ao inseto, pois os mesmos também possuem uma umidade relativa ideal para o desenvolvimento.

Segundo Chapman (1998) a temperatura de um inseto pode ser alterada devido aos seus receptores, e pode afetar diretamente o sistema nervoso em alguns casos, ele ainda comenta que a mudança na temperatura interna é mais demorada que a externa. Assim, os danos causados pelo aumento da temperatura não serão vistos de imediato nos insetos, podendo levar alguns dias para se notar uma modificação nos indivíduos.

A relação de desenvolvimento e sobrevivência deve levar em consideração além de temperatura a umidade relativa do ambiente. A faixa favorável de umidade

favorável para o desenvolvimento de um inseto está entre 40 e 80%, considerando como melhor umidade a relação onde ele tem um melhor desenvolvimento e fecundidade (RODRIGUES, 2004).

Em Coleoptera a temperatura tende a ser semelhante para as espécies, salvo algumas exceções. Para a espécie *A. diaperinus* a temperatura ideal para o seu desenvolvimento seria em torno de 30°C para larvas e 38°C para adultos (RUEDA E AXTELL, 1996).

2.3 MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA O CONTROLE DE *Alphitobius diaperinus*

No geral, as alternativas que estão sendo utilizadas para o controle desta praga são os feromônios, óleos, fungos, exposição a bactérias e o uso de temperatura controlada.

Um método alternativo para o controle de *A. diaperinus* foi a utilização de fungos. Em um trabalho feito por Alexandre et al. (2008), o controle da espécie utilizando o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, juntamente com inseticidas químicos. Neste caso, o controle foi mais eficiente quando somado o químico com o fungo quanto comparado ao controle somente químico.

Outro método alternativo que se tem é a utilização de um composto extraído de bactérias (Spinosad), esse processo foi realizado no trabalho de Souza et al. (2009), segundo o trabalho é considerado uma dose de 0,1 L/m² de Spinosad na concentração de 400 ppm apresentou 100% de eficiência no controle de *Alphitobius diaperinus* a partir do sétimo dia, sendo que este tratamento consegue deixar uma baixa quantidade de resíduo na cama de aviário.

Outro método de controle que também se mostrou eficiente foi a utilização de terra de diatomácea para o controle da espécie. Este método conseguiu reduzir cerca de 49,1% quando não sua composição não deixava resíduos na cama e 78,1% de eliminação quando aumentado a concentração da terra de diatomácea, assim deixando uma quantidade de resíduos na cama trazendo danos as aves (ALVES et al., 2006).

Gazoni et al. (2012) desenvolveram um estudo mostrando a resistência dos cascudinhos às baixas e altas temperaturas, mostrando que a utilização de temperatura é eficaz.

2.4 SETOR AVÍCOLA E EXPORTAÇÃO

A avicultura no Brasil começou a se desenvolver na década de 1970 quando se teve a entrada de empresas especialistas do ramo de produção avícola, sendo que as evoluções tecnológicas e adaptações de melhoramentos genéticos foram de grande importância para o crescimento da produção (ZEAN et al., 2014). Com isso o Brasil começa a entrar devidamente no ramo de produtor e posteriormente como grande exportador avícola.

O Brasil é um país considerado grande produtor na área agropecuária, e é um país que sofre grande efeito de insetos praga. Segundo Silva e Brito (2015), com a expansão da área agrícola no Brasil é eminente o aumento significativo destes insetos e também uma necessidade de controle.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 OBTENÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE DE *Alphitobius diaperinus*

A espécie praga estudada foi coletada no aviário pertencente a um dos laboratórios do Departamento de Ciências Veterinária, UFPR, Setor Palotina. Os exemplares estavam na cama de aviário. A coleta foi feita manualmente, e os insetos foram separados da matéria orgânica e posteriormente colocados em pequenos recipientes para o transporte dos mesmos, posteriormente estes insetos foram levados para o Laboratório de Pesquisa em Coleoptera (LAPCOL), departamento de Biodiversidade, UFPR, Setor Palotina, onde foram mantidos em potes matrizes (Fig. 1a-d).

Para a determinação da espécie alguns exemplares foram dissecados seguindo a metodologia comumente usada para Coleoptera, com imersão dos espécimes em solução de hidróxido de potássio (KOH) 10%, mantido por 72 horas, seguido por um banho em ácido acético glacial por 1 min e água para remover qualquer resíduo. As dissecações foram executadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico. As imagens da larva e adultos foram realizadas com um sistema de captura de imagem. Para a confirmação da espécie foram utilizadas as características morfológicas utilizadas por Chernaki e Almeida (2001).

3.2 MANUTENÇÃO DA ESPÉCIE *A. diaperinus* EM LABORATÓRIO

Para o desenvolvimento da espécie em laboratório foi utilizada a metodologia proposta por Chernaki e Almeida (2001), que utiliza maravalha umedecida como substrato e ração de coelho como fonte de alimento (Fig.1b-c). Para a manutenção eram feitas borrifadas de água de duas a três vezes ao dia na maravalha e ração.

Figura 1. Matriz (a – insetos para criação em laboratório; b – alocação dos indivíduos em laboratório; c – alocação dos indivíduos em laboratório; d – Manutenção dos exemplares).



FONTE: o autor

3.3 ESTUDO EXPERIMENTAL DA MORTE TÉRMICA *A. diaperinus*

3.3.1 Morte térmica dos adultos

O tratamento térmico dos adultos por ar quente foi realizado em estufa com circulação de ar (SOLAB, modelo SL - 102, Brasil), fornecendo a mesma condição de temperatura para todos os indivíduos. Seguindo a metodologia proposta por Gazoni et al (2012), 20 insetos adultos foram colocados em recipientes de polipropileno com capacidade de 350 mL (Zanella Plásticos, Brasil) com abertura circular de 4 cm de diâmetro na tampa, facilitando as trocas gasosas com o meio e posteriormente pesados em balança analítica (Marte/Shimadzu, modelo - AY220, Japão) e inseridos na estufa em temperatura de 55°C por tempo pré-determinado. Ainda foram utilizados potes representando o tempo zero, onde não eram colocados em estufa e analisado o comportamento dos insetos, sendo utilizado para o controle dos potes conseguintes. A tomada de decisão para a temperatura, foi a partir de análises das temperaturas já utilizada no trabalho de Gazoni et al (2012). Após cada tempo de permanência na estufa os recipientes foram retirados e novamente

pesados em balança analítica, em seguida os insetos foram transferidos para recipientes de polipropileno à temperatura ambiente contendo ração de coelho e maravalha estas em uma proporção suficiente para os insetos (aproximadamente 15 g de ração e 5 g de maravalha). Todos os pontos foram realizados em duplicata e os experimentos conduzidos em triplicata de forma destrutiva, ou seja, cada ponto experimental foi realizado individualmente e sequencialmente para a análise do comportamento de morte dos indivíduos durante 5 dias, sendo que a temperatura média do ambiente foi de 27°C (Fig.2a-b). Após a realização das triplicatas foi proposto a realização de mais um experimento com pontos específicos (controle, 2 minutos, 5 minutos e 7 minutos) para testar qual seria o comportamento desses indivíduos, devido o comportamento das triplicatas terem mostrado inicialmente um comportamento fora do padrão. Estes experimentos foram conduzidos no LAPCOL e no Laboratório de Zoologia do departamento de Biodiversidade, UFPR, Setor Palotina.

3.3.2 Morte térmica das larvas

O tratamento térmico das larvas por ar quente foi realizado seguindo a mesma sequência do processo para adultos. No entanto, foi preciso separar os indivíduos após tratamento, devido as larvas possuírem o hábito de canibalismo. Para o tratamento foram utilizados 10 indivíduos, com temperatura de 55°C em tempo pré-determinados. A redução no número de indivíduos e da seleção de pontos específicos para o desenvolvimento deste tratamento foi devido à dificuldade de se ter potes do mesmo diâmetro suficientes para o tratamento de uma mesma quantidade dos adultos, visto a necessidade de separar as larvas por potes. Assim, após o tratamento em estufa, os indivíduos foram separados em pequenos potes de polipropileno de 80 ml, com pequenas aberturas na tampa como feito por Alexandre et al. (2008). Para a alimentação foi utilizada 1 g de ração e com uma quantidade de maravalha para cobrir o fundo do pote, visto que a função dela é de camuflagem e abrigo para as larvas (Fig. 2c-d). As análises foram feitas de acordo com a dos adultos, sendo que a média da temperatura dos cinco dias de análise foi de 27,5 °C.

Figura 2. Estudo experimental (a – adulto de *Alphitobius diaperinus*; b – pós tratamento de adultos de *A. diaperinus*; c – larvas de *A. diaperinus*; d – pós tratamento de larvas de *A. diaperinus*).



FONTE: o autor

3.4 ANÁLISES DO ESTUDO EXPERIMENTAL DE MORTE DE *A. diaperinus*

Para as análises dos resultados das larvas e adultos, os dados foram normalizados e os tempos de observações considerados foram de 24 horas após o tratamento, 48 horas e 120 horas. As análises foram feitas de duas maneiras, para melhor visualização dos dados. A primeira sendo a observação em gráfico da média e desvio padrão de cada triplicata. A segunda foi analisando a média geral e desvio padrão geral das três triplicatas em conjunto.

4 RESULTADOS

4.1 COMPORTAMENTO DE INDIVÍDUOS ADULTOS DE *Alphitobius diaperinus* AO TRATAMENTO POR AR QUENTE

Como resultado principal, foi possível observar que ocorre a morte de 100% dos insetos a partir de oito minutos a 55°C. Com relação ao comportamento de morte dos mesmos em gráfico foi possível observar que os mesmos possuem um comportamento sigmoide.

Inicialmente, quando observado o segundo dia de análise após a realização do experimento (Fig. 3) é possível verificar que o comportamento de morte se inicia aos cinco minutos sendo que as réplicas do experimento se repetiram nas três vezes como se esperava. No entanto observando os desvios padrões dos tempos de cinco, seis e sete minutos foi possível ver que estes estão com os desvios altos, sendo que o da primeira réplica não reproduziu como os outros.

Ao analisar o 5º dia de experimento (Fig. 4) foi possível ter as mesmas observações que ao analisar o 2º dia. No entanto o desvio no tempo de cinco minutos não foi tão grande quanto no segundo dia em seis e sete minutos foi possível observar altos desvios.

Ao ser observado uma quarta réplica feita somente com os três pontos que se mostraram fora do normal, os resultados foram bons e reproduziram juntamente com a 2ª e 3ª réplica. Pensando assim para uma última análise das réplicas separadas foram selecionados os dados desta replica extra e alocada ela nos pontos errantes da primeira replica, neste caso as substituindo (Fig. 5). Com isso os resultados mostraram-se mais confiantes, sendo que somente no ponto de sete minutos teve uma discrepância.

Uma segunda proposta para observar os resultados foi a partir de análise dos dados juntos, a média geral de todos os experimentos de acordo com os dias sugeridos para análise da curva e observação da reprodução dos dados (Fig. 6). Os dados reproduziram bem deste modo, no entanto os desvios nos pontos cinco a sete minutos se mantiveram altos.

Figura 3. Dados de média e desvio padrão das triplicatas de morte térmica de adultos de *Alphitobius diaperinus* por ar quente na temperatura de 55 °C no 2º dia após tratamento (primeira réplica - ■, segunda réplica - ♦, terceira réplica - ▲, réplica extra - ●).

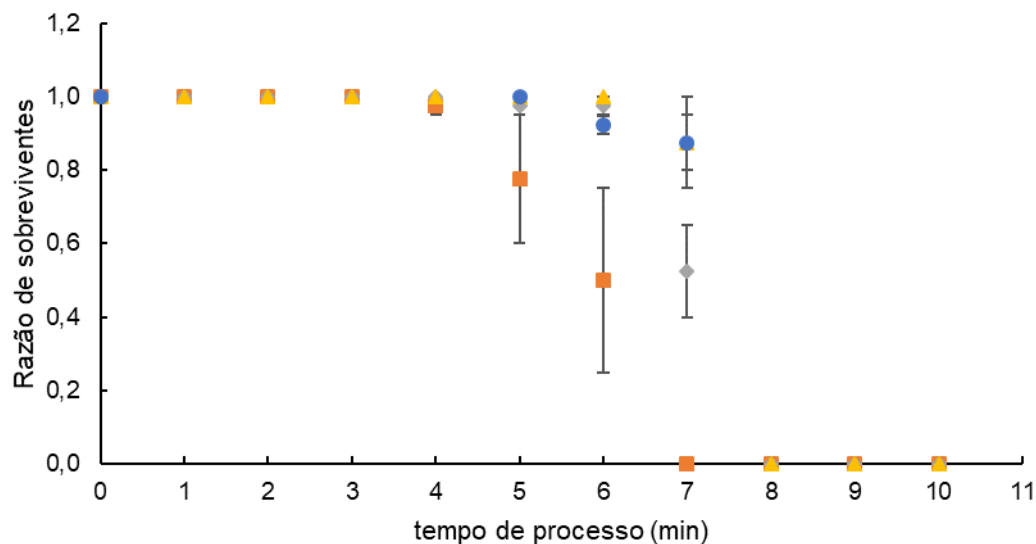


Figura 4. Dados de média e desvio padrão das triplicatas de morte térmica de adultos de *Alphitobius diaperinus* por ar quente na temperatura de 55 °C no 5º dia após tratamento (primeira réplica - ■, segunda réplica - ♦, terceira réplica - ▲, réplica extra - ●).

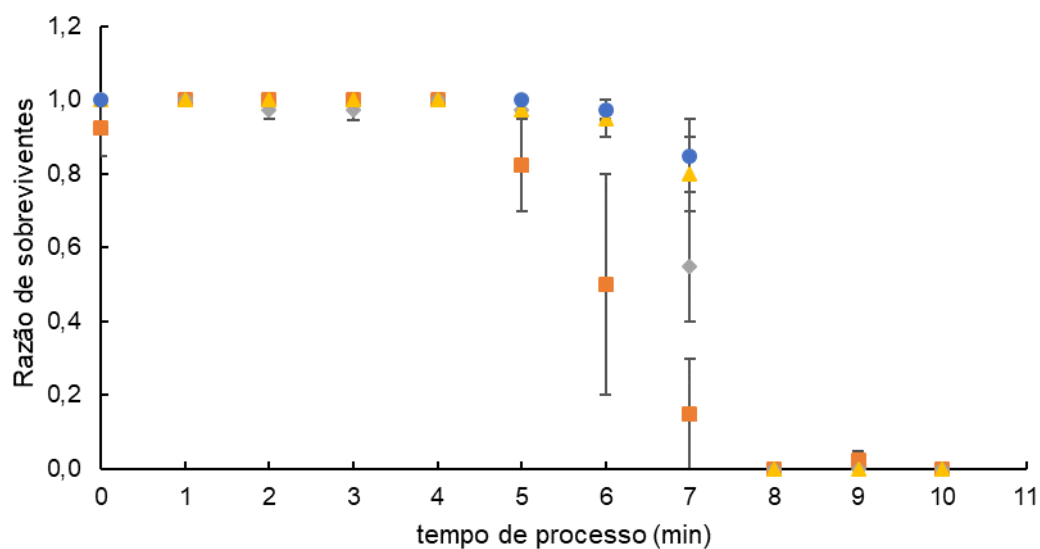


Figura 5. Dados de média e desvio padrão das triplicatas de morte térmica de adultos de *Alphitobius diaperinus* por ar quente na temperatura de 55 °C no 2º dia com a primeira réplica modificada (primeira réplica - ■, segunda réplica - ◆, terceira réplica - ▲, réplica extra - ●).

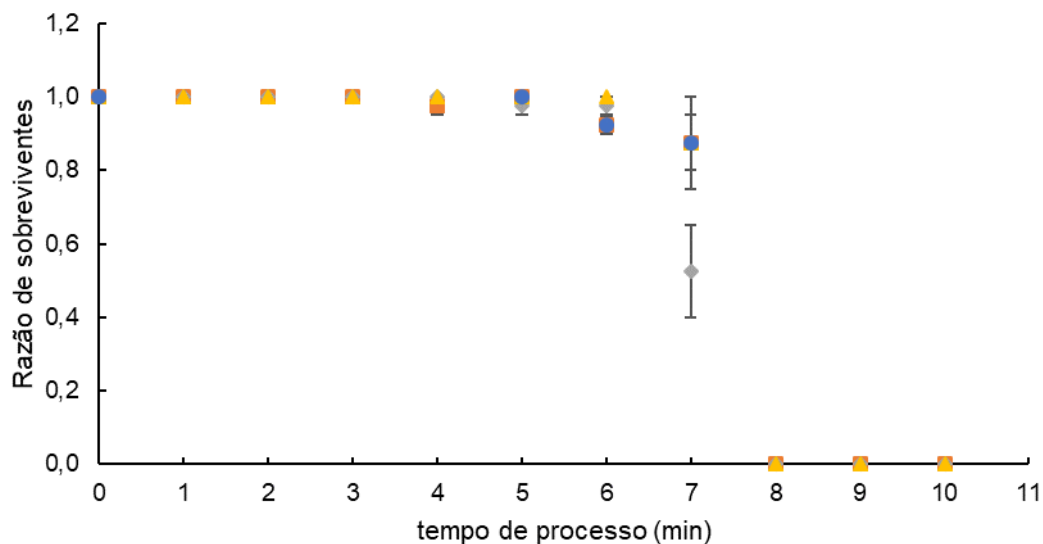
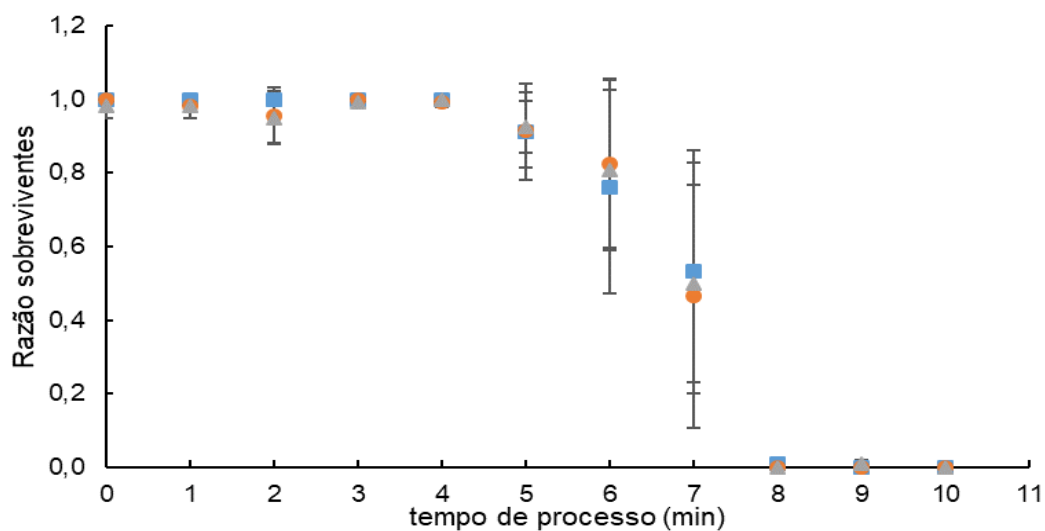


Figura 6. Dados de média e desvio padrão geral de três dias de análise dos adultos de *Alphitobius diaperinus* por ar quente na temperatura de 55 °C após tratamento (primeiro dia - ■, segundo dia - ●, terceiro dia - ▲).



4.2 COMPORTAMENTO DE LARVAS DE *Alphitobius diaperinus* AO TRATAMENTO POR AR QUENTE

Ao ser analisado a reação das larvas de *A. diaperinus* ao tratamento de temperatura nos cinco dias de observações foi possível notar que a partir de sete minutos ocorre a morte de 80% ou mais dos indivíduos sendo que em nove minutos de processo 100% de morte foi atingida. Ainda foi possível verificar que os dados experimentais apresentam um comportamento sigmoide como nos adultos.

Quando analisados a reação das larvas de *A. diaperinus* no segundo dia após a realização do tratamento (Fig. 7) pode-se observar que a morte ocorre das mesmas entre 7 a 9 minutos. Sendo que o comportamento de morte se inicia aos cinco minutos, mas com a morte de poucos indivíduos. As réplicas do experimento se repetiram nas três vezes como era previsto, no entanto observando o desvio padrão do tempo de sete minutos os mesmos foram altos mostrando que alguma coisa está acontecendo mas que não pode ser explicada nos experimentos, necessitando de mais testes para saber se isto vem de um comportamento das larvas quando sujeitas a esta temperatura neste tempo específico.

Ao analisar o 5º dia de experimento (Fig. 8) foi possível ter as mesmas observações que ao analisar o 2º dia. No entanto os desvios em sete minutos foram consideravelmente menores e em cinco minutos também apareceu desvios, pequenos.

Analisando os dados em conjunto, a média das médias de todos os experimentos do primeiro dia, segundo dia e quinto dia analisando a distribuição dos dados e eles se reproduziram (Fig. 9). Deste modo, com desvios pouco significativos nos pontos de cinco a sete minutos.

Ainda foi possível observar que as larvas desenvolveram seus ciclos normalmente no controle, como era previsto e em dois minutos, sendo que até o final do experimento foram encontradas pupas até em cinco minutos. No entanto em cinco minutos foi observado que após a retirada dos potes da estufa alguns indivíduos apresentavam uma linha de troca de muda que não era existente antes da exposição ao calor, sendo que a cinco minutos é evidente esta visualização.

Para finalizar, uma outra observação que pode ser feita das larvas é que a temperatura de 55°C não prejudicou o desenvolvimento das mesmas, visto que foi

possível verificar linha de muda surgindo logo após o tratamento quando expostas a alta temperatura.

Figura 7. Dados de média e desvio padrão das triplicatas de morte térmica de larvas de *Alphitobius diaperinus* por ar quente na temperatura de 55 °C no 2º dia após tratamento (primeira réplica - ■, segunda réplica - ◆, terceira réplica - ▲).

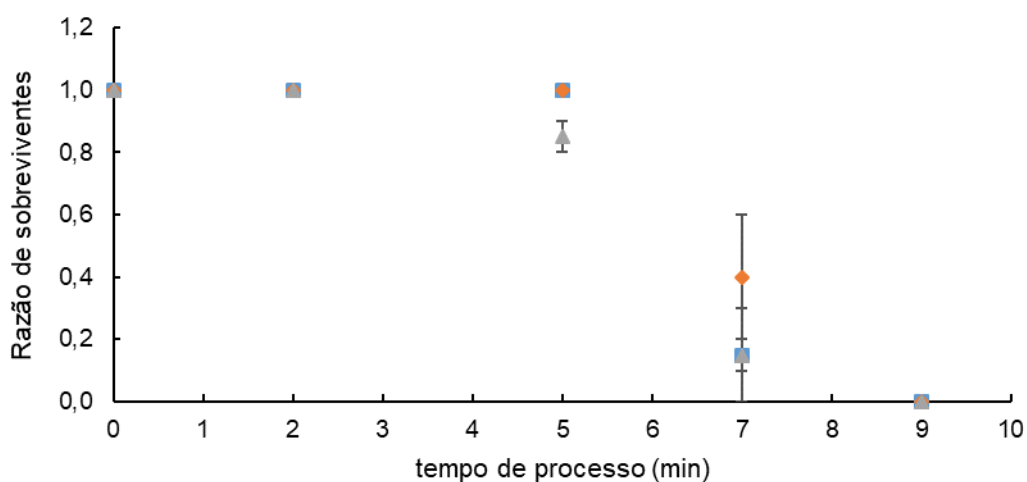


Figura 8. Dados de média e desvio padrão das triplicatas de morte térmica de larvas de *Alphitobius diaperinus* por ar quente na temperatura de 55 °C no 5º dia após tratamento (primeira réplica - ■, segunda réplica - ◆, terceira réplica - ▲).

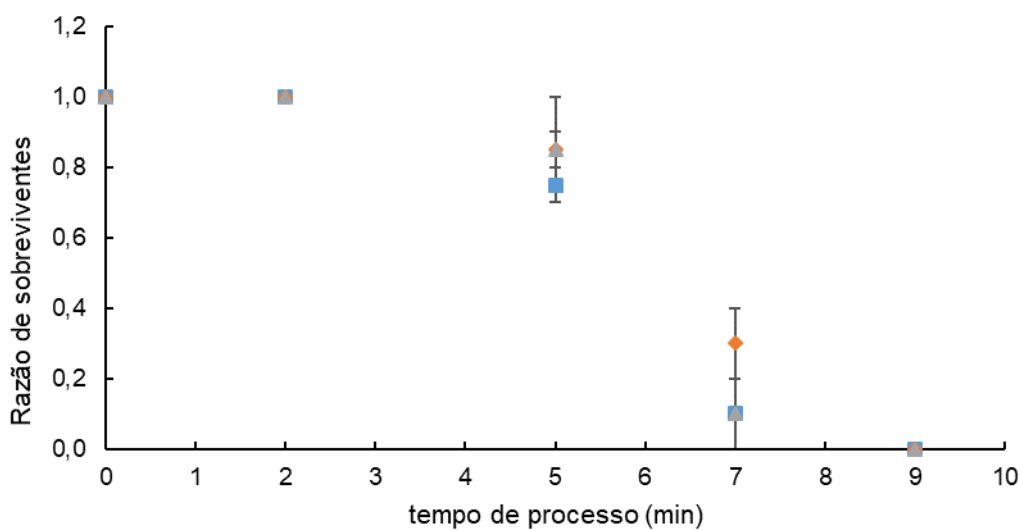
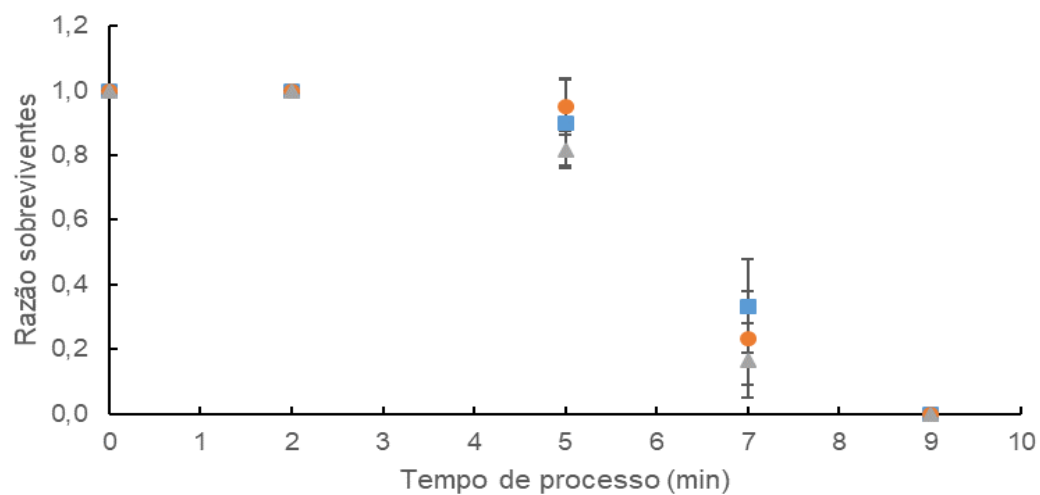


Figura 9. Dados de média e desvio padrão geral de três dias de análise das larvas de *Alphitobius diaperinus* por ar quente na temperatura de 55 °C (primeiro dia - ■, segundo dia - ●, terceiro dia - ▲).



5 DISCUSSÃO

Neste estudo de mortalidade a partir de tratamento térmico da espécie cascudinho de aviário, mesmo sendo um estudo curto, rápido e inicial, é positivo salientar que os resultados apresentados foram semelhantes ao de Gazoni et al. (2012), principal trabalho no tema, principalmente quando levamos em conta o tempo necessário para a morte dos indivíduos tanto jovens quanto adultos. No entanto, no experimento com as larvas foi observado que a partir de 9 minutos obtemos 100% de morte, para Gazoni et al. (2012) foram oito minutos, tempo este que está dentro do avaliado neste trabalho, que foi entre 7 e 9 minutos.

Ainda, vale salientar que mesmo usando metodologias distintas com relação aos equipamentos, neste estudo estufa de circulação de ar e em Gazoni et al. (2012) câmaras climatizadas, e ainda aclimatizaram os indivíduos a 22°C por 32 horas antes do tratamento, procedimento que não ocorreu neste trabalho.

Para finalizar, em observação feita durante os dias de análise foi possível ver que os insetos adultos nos primeiros dias estavam em um estado de dormência muito fácil de ser confundido como mortos e que a partir do segundo, terceiro dia esses indivíduos voltavam a seu comportamento normal, este é um fato que não foi analisado por Gazoni et al (2012), pois a partir do primeiro dia depois de expostos a temperatura os indivíduos já eram considerados vivos ou mortos, sendo assim os dados poderiam ser diferentes dos encontrados neste trabalho, de acordo com o tempo de análise.

Porém, cabe a observação que com relação aos adultos, os pontos de cinco a sete minutos ficaram com uma variação exagerada nos desvios e em nenhuma réplica os pontos conseguiram reproduzir o 100%. Este fator ficou sendo uma incógnita que para ser resolvida seriam necessárias mais repetições do experimento nestes pontos.

6 CONCLUSÃO

A espécie *Alphitobius diaperinus* é suscetível ao tratamento de ar quente à temperatura de 55°C, na qual atinge 100% de morte entre 7 e 9 minutos.

Para os adultos a temperatura de 55°C por sete minutos ocasiona em média a morte de 50% dos indivíduos em até cinco dias após a exposição. Quando exposto por oito minutos temos 100% de morte em dois dias.

Para as larvas, como era previsto, a suscetibilidade ao calor é maior quando comparado aos adultos. Assim, sete minutos a mesma temperatura de 55°C, em média a morte foi de 80% dos indivíduos após cinco dias. Quando exposto a 9 minutos se tem 100% de morte em dois dias.

REFERÊNCIA

- AGEITEC. **Árvore do conhecimento cana-de-açúcar**. Documento online, Brasília, disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_53_711200516718.html> Acesso em 20 de abril de 2019.
- ALEXANDRE, T. M. et al. Controle associado de *Alphitobius diaperinus* com o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* e inseticidas químicos. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 4, p. 481-489, 2008.
- ALVES, L. F. A. et al. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 1, p. 115-118, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Avicultura**. Documento online, São Paulo, disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/resumo>> Acesso em: 02 de abril de 2019
- BICHO, C. de L. et al. Flutuação populacional circanual de coleópteros em granja avícola, em Pelotas, RS, Brasil. **Iheringia Sér. Zool**, Porto Alegre, v. 95, n. 2, p. 205-212, 2005.
- BRUSCA, R.; BRUSCA, G.J. **Invertebrados**. 2a ed. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro. 968 p. 2007.
- CHAPMAN, R. F. **The insects: structure and function**. Nova York: Cambridge University Press. 4th ed. 1998.
- CHERNAKI, A. M.; ALMEIDA, L. M. de. Exigências térmicas, período de desenvolvimento e sobrevivência de imaturos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 365-368, 2001.
- CHERNAKI, A. M.; ALMEIDA, L. M. de. Morfologia dos estágios imaturos e do adulto de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera, Tenebrionidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 2, p. 351-363, 2001.
- CHERNARKI-LEFFER, A. M.; SOSA-GOMEZ, D. R.; ALMEIDA, L. M. de. Suscetibilidade de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) a reguladores de crescimento de insetos (RCI). **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 1, p. 51-55, 2006.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Central de inteligência de aves e suínos**. Concordia, 2018. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/mundo>> Acesso em 20 de abril de 2019.

EMBRAPA TRIGO. Características gerais das espécies. **Documento online**, n. 75, 2006. Disponível em: < http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do75_8.htm> Acesso em: 02 de abril de 2019.

FARONI, L. R. A.; SOUZA, A. H. de. Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. In: ALMEIDA, F. de A. C. et al. **Tecnologia de Armazenagem em sementes**. Viçosa, cap. 7, p. 371-402, 2005.

FERRARI FILHO, E. et al. Controle de gorgulho-do-milho submetido ao tratamento térmico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 3, p. 196-204, 2011.

GAZONI, F. L. et al. Avaliação da resistência do cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) a diferentes temperaturas. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n.1, p. 69-74, 2012.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos**: um resumo de entomologia. Roca, São Paulo, ed. 3, 2007.

JAPP, A. K.; BICHO, C. de LIMA.; SILVA, A. V. F. da. Importância e medidas de controle para *Alphitobius diaperinus* em aviários. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2010, ISSN 0103-8478.

LESCHEN, R. A. B.; STEELMAN, C. D. *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera, Tenebrionidae) larva and adult mouthparts. **Entomological News**, v. 99, n. 4, p. 221-224, 1988.

LIMA, R. L. de. et al. Riqueza de famílias e hábitos alimentares em Coleoptera capturados na fazenda da EMPARN– Jiqui, Parnamirim / RN. **EntomoBrasilis**, v. 3, n.1, p. 11-15, 2010.

LORINI, I. et al. **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. Embrapa Soja, Brasília, ed. 1, 2015.

MENDES, L. R.; POVALUK, M. Ciclo e controle do *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera, Tenebrionidae) no município de Quitandinha, Pr. **Saúde Meio Ambiente**, v. 6, n.1, p. 107-122, 2017.

RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Informativo dos Entomologistas do Brasil**, v. 1, n. 4, p. 01-04, 2004.

- RUEDA, L. M.; AXTELL, R. C. Temperature-dependent development and survival of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*. **Blackwell Science Ltd. Medical and Veterinary Entomology**, v. 10, p. 80-86, 1996.
- SILVA, A. B. da.; BRITO, J. M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Revista Agropecuária técnica**, v. 36, n. 1, p. 248-258, 2015. Disponível em: < <http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/at/index>> Acesso em 20 de Janeiro de 2019.
- SOUZA, L. M. et al. Controle de *Alphitobius diaperinus*(Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) em instalações para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 14, n. 4, p. 214-220, 2009.
- UEMURA, D. H. et al. Distribuição e dinâmica populacional do cascudinho *Alphitobius diaperinus*(Coleoptera: Tenebrionidae) em aviários de frango de corte. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 75, n.4, p. 429-435, 2008.
- VAUGHAN, J. A.; TURNER, JR. E. C.; RUSZLER, P. L. Infestation and damage of poultry house insulation by the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*(Panzer). **Poultry Science**, v. 63, p. 1094-1100, 1984.
- ZEN, S. de. et al. Evolução da avicultura no Brasil. **Informativo CEPEA**, Piracicaba, v. 1, 2014.